

Warszawa, 18 I 2010

# **Kosmos**

(na podstawie Wikipedii)

**Jan Kowalski**



Zaliczenie zajęć z TI

# Spis treści

1. Wstęp.....	2
2. Wielkość, struktura i zawartość Wszechświata .....	2
3. Historyczne modele wszechświata.....	4
4. Mity .....	4

## 1. Wstęp

Wszechświat<sup>1</sup> – wszystko, co fizycznie istnieje: cała przestrzeń, czas, wszystkie formy materii i energii oraz prawa fizyki i stałe fizyczne określające ich zachowanie. Słowo "wszechświat" może być też używane w innych kontekstach, jako synonim słów *kosmos* (w rozumieniu filozofii), świat czy Natura. Natomiast w naukach ścisłych słowa wszechświat i *kosmos* są równoważne.

Obserwacje astronomiczne pokazują, że wszechświat istnieje od  $13,73 \pm 0,12$  miliarda lat. Jego obecna średnica to co najmniej 93 miliardy lat świetlnych, czyli  $8,8 \times 10^{26}$  metrów. Zgodnie ze współczesną wiedzą wszechświat powstał z grawitacyjnej osobliwości nazwanej Wielkim Wybuchem – punktu w czasoprzestrzeni, w którym była skupiona cała jego materia i energia. Od tego momentu wszechświat powiększył się do obecnej postaci, prawdopodobnie przechodząc przez krótki okres kosmologicznej inflacji. Wielki Wybuch i ekspansja wszechświata zostały potwierdzone przez różne niezależne obserwacje. Odkryto także, że ekspansja wszechświata przyspiesza, oraz że większość materii i energii wszechświata ma całkowicie inną postać niż to, co bezpośrednio obserwujemy (patrz ciemna materia i ciemna energia).

Według współczesnej wiedzy prawa fizyki i stałe fizyczne decydujące o ewolucji Wszechświata nie zmieniały się przez cały czas jego istnienia. Dominującą siłą na odległościach kosmologicznych jest grawitacja. Pozostałe siły: elektromagnetyzm, oddziaływanie silne i oddziaływanie słabe mają dominujące znaczenie w małych odległościach. Wszechświat ma trzy obserwowalne wymiary przestrzenne i jeden czasowy, choć niewykluczone, że ma więcej wymiarów zwiniętych do mikroskopijnych wielkości. Czasoprzestrzeń jest gładką i spójną rozmaitością, a jej przeciętna krzywizna jest bardzo mała, co oznacza, że w dużej skali jej geometria jest w przybliżeniu euklidesowa.

Z powyższej definicji wszechświata wynika, że nic nie może istnieć poza nim. Istnieją jednak alternatywne definicje, dopuszczające że nasz "wszechświat" jest jednym z wielu "wszechświatów", których zbiór określa się jako wieloświat. Przykładowo teoria chaotycznej inflacji dopuszcza istnienie nieskończenie wielu wszechświatów różniących się obowiązującymi w nich stałymi fizycznymi. Wieloświatowa interpretacja mechaniki kwantowej mówi natomiast, że każdy pomiar kwantowego układu w superpozycji powoduje powstanie osobnego wszechświata dla każdego wyniku pomiaru. Ponieważ z definicji takie wszechświaty są rozłączne z naszym, tych spekulacji nie da się przetestować eksperymentalnie.

## 2. Wielkość, struktura i zawartość Wszechświata

Uważa się, że wszechświat składa się głównie z ciemnej energii i ciemnej materii, których natury

---

<sup>1</sup> Ang. universe.

nie znamy. Zaledwie 4% wszechświata to zwykła materia.

Współczesna nauka nie potrafi podać górnych ograniczeń wielkości wszechświata. Możliwe, że jego rozmiary są nieskończone. Potrafimy podać dolne ograniczenie, wynikające z ekstrapolacji oddalania się od nas najdalszych obserwowanych obiektów. Wynika z niego, że wszechświat ma średnicę co najmniej 93 miliardów lat świetlnych. Nie jest to jednak dolna granica średnicy Wszechświata - ta jest szacowana obecnie na podstawie badania mikrofalowego promieniowania tła na 78 mld lat świetlnych. Pewne obserwacje (w tym głównie tzw. "ciemny pływ") sugerują większe wartości. Sonda Planck pozwoli prawdopodobnie na poszerzenie dolnej granicy wielkości Wszechświata powyżej wielkości obserwowalnego Wszechświata o kilka - kilkanaście procent. Wyniki badań sondy Planck będą ogłoszone do końca 2012 roku. Dla porównania z powyższymi wartościami, średnica przeciętnej galaktyki to 30 000 lat świetlnych, a przeciętna odległość między dwiema sąsiadującymi galaktykami to 3 miliony lat świetlnych.

W skalach powyżej 300 milionów lat świetlnych obserwowalna materia jest rozłożona równomiernie w przestrzeni. W mniejszych skalach materia skupiona jest w hierarchiczną strukturę: atomy formują gwiazdy, gwiazdy skupiają się w galaktyki, galaktyki skupiają się w gromady i supergromady, a supergromady układają się w włókna rozdzielone pustkami. Obserwowalna materia jest również rozłożona izotropowo, co oznacza, że w każdym kierunku jest jej mniej więcej taka sama ilość. Wszechświat wypełnia dodatkowo bardzo równomierne mikrofalowe promieniowanie odpowiadające równowadze termicznej ciała doskonale czarnego o temperaturze około 2,725 kelwinów.

Obecna średnia gęstość wszechświata wynosi około  $9,9 \times 10^{-30}$  gramów na centymetr sześcienny. Energia we wszechświecie istnieje w większości w postaci ciemnej energii (73%) i ciemnej materii (23%). Jedynie 4% to materia barionowa, którą jesteśmy w stanie bezpośrednio obserwować. Gęstość atomów we wszechświecie wynosi średnio jeden atom wodoru na cztery metry sześciennie. Właściwości ciemnej materii i ciemnej energii są w dużym stopniu nieznane. Wiadomo że ciemna materia oddziałuje grawitacyjnie tak jak zwykła materia, spowalniając ekspansję wszechświata, natomiast ciemna energia przyspiesza tę ekspansję.

Najdokładniejsze obecnie oszacowanie wieku wszechświata opiera się na obserwacji promieniowania tła przez sondę WMAP. Według tych obserwacji wszechświat ma  $13,73 \pm 0,12$  miliarda lat. Inne pomiary, oparte na radiodatowaniu podają zgodne wyniki, choć mniej precyzyjne: 11,2-20 miliardów lat i 13-15 miliardów lat.

Cząstki elementarne z których zbudowana jest znana materia:

- leptony,
- kwarki,
- bozony.

Częstość występowania pierwiastków we Wszechświecie jest prawie identyczna do tej, jaka była w momencie ich powstania, co oznacza, że procesy tworzenia pierwiastków w gwiazdach i supernowych do tej pory tylko nieznacznie ją zmieniły. Wszechświat zawiera wielokrotnie więcej materii niż antymaterii. Ta asymetria jest prawdopodobnie związana z łamaniem parzystości CP. Wszechświat wydaje się nie posiadać sumarycznego ładunku elektrycznego ani momentu pędu. Ich wystąpienie oznaczałoby złamanie odpowiednio prawa Gaussa i zasady zachowania momentu pędu, jeśli wszechświat jest skończony.

Prawa fizyki, wedle współczesnej wiedzy, nie zmieniały się od początku istnienia wszechświata.

Zgodnie z obowiązującym obecnie Modelem Standardowym cała materia składa się z trzech generacji kwarków i leptonów, oddziałujących poprzez cztery siły podstawowe: elektromagnetyzm (przenoszony przez fotony), oddziaływanie słabe (przenoszone przez bozony W i Z), oddziaływanie silne (przenoszone przez gluony) oraz grawitację (której mechanizm przenoszenia jest nieznany). Nie istnieje obecnie teoria wyjaśniająca wartości podstawowych stałych fizycznych, takich jak stała Plancka czy stała grawitacji. Zidentyfikowano kilka praw zachowania, którym podlegają wszystkie procesy we wszechświecie: np. zasada zachowania energii czy zasada zachowania ładunku elektrycznego. W większości te prawa są konsekwencjami symetrii praw fizyki.

### 3. Historyczne modele wszechświata

W historii ludzkości powstało wiele hipotez na temat tego, jak wygląda i jak powstał wszechświat. Większość z nich oparta jest na opisywaniu aktów stworzenia dokonanych przez różne bóstwa. Z upływem czasu rozwój technik obserwacyjnych i teorii fizycznych pozwolił na stworzenie dokładniejszych modeli wszechświata i weryfikowania hipotez dotyczących jego wieku i wielkości. Współczesne modele opierają się głównie na ogólnej teorii względności, która umożliwia ilościowe przewidywania dotyczące początków, kształtu i dalszej ewolucji wszechświata jako całości. Obecnie brak teorii opisujących własności ciemnej materii i ciemnej energii uniemożliwia stworzenie spójnego modelu weryfikowalnego eksperymentalnie.

### 4. Mity

Wiele kultur stworzyło własne mity dotyczące powstania wszechświata. Większość tych mitów można zaliczyć do kilku kategorii:

1. Pierwsza obejmuje mity, w których wszechświat wykluwa się z jaja: motyw ten pojawia się w fińskim poemacie Kalevala, chińskiej historii o Pan Gu czy hinduskiej Brahmanda Purana.
2. Druga grupa to mity, w których wszechświat jest samostwarzającym się bóstwem, jego fragmentem bądź emanacją, jak w buddyjskiej koncepcji Adi-budda, starogreckiej historii Gaji, azteckiej Coatlicue czy staroegipskim Atum.
3. W kolejnej grupie mitów wszechświat powstaje z ciała martwego bóstwa, np. Tiamat w mitologii sumeryjskiej czy Ymira w mitologii nordyckiej.
4. Wedle innych mitów wszechświat został powołany do istnienia przez akt kreacji, np. przez staroegipskiego boga Ptaha bądź biblijnego JHWH.
5. Ostatnia grupa to mity, w których istnienie wszechświata nie wynika ze świadomego aktu woli, a jest jedynie konsekwencją fundamentalnych praw, jak w hinduskiej koncepcji Brahman czy yin i yang w Dao.